

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

DE 198 02 498 A 1

- (21) Aktenzeichen: 198 02 498.3  
(22) Anmeldetag: 23. 1. 98  
(43) Offenlegungstag: 29. 7. 99

- (71) Anmelder:  
Mannesmann VDO AG, 60388 Frankfurt, DE  
(74) Vertreter:  
Klein, T., Dipl.-Ing. (FH), Pat.-Ass., 65824  
Schwalbach

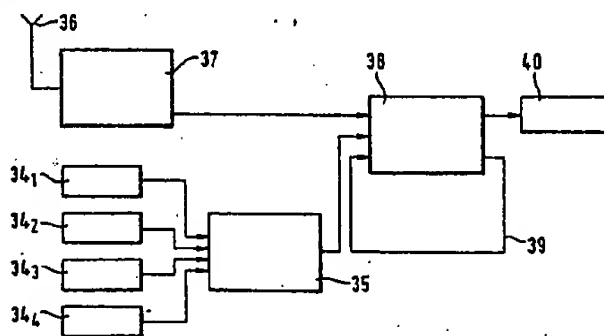
- (72) Erfinder:  
Tiede, Lutz, 64832 Babenhausen, DE; Monstadt,  
Thomas, 66280 Sulzbach, DE; Sippel, Jürgen, Dr.,  
63776 Mömbris, DE  
(56) Entgegenhaltungen:  
EP 07 51 019 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Reifendrucküberwachung

(57) Bei einer Vorrichtung zur Überwachung des Reifendruckes der Räder einer oder mehrerer Achsen eines Fahrzeugs, bei dem jede Achse mindestens zwei Räder aufweist und die Drehzahlen der Räder mittels Drehzahlüberwachungsvorrichtungen überwachbar sind, ist vorgesehen, daß eine erste Vorrichtung (35) vorhanden ist, mit der aus den Drehzahlen der Räder die Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugs um die Hochachse ermittelbar ist, daß eine zweite Vorrichtung (36, 37) vorhanden ist, mit der gleichzeitig die Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugs um die Hochachse unabhängig von der Drehzahl der Räder ermittelbar ist, daß eine Vergleichsvorrichtung (38) vorhanden ist, mit der die zur gleichen Zeit ermittelten Richtungsänderungen vergleichbar und die Differenzen (Offset) ermittelbar sind, daß eine Vergleichseinrichtung (38) vorhanden ist, mit der Abweichungen der Offsets ermittelt werden, daß eine Warneinrichtung (39) vorhanden ist, die dann, wenn die Abweichungen des Offsets einen bestimmten Betrag überschreiten, ein Warnsignal abgibt. Ein entsprechendes Verfahren führt die Tätigkeiten, die die Vorrichtungen (35 bis 39) ausführen, nacheinander aus.



DE 198 02 498 A 1

DE 198 02 498 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung des Reifendrucks der Räder einer oder mehrerer Achsen eines Fahrzeugs, bei dem jede Achse mindestens zwei Räder aufweist und wobei jeweils die Drehzahlen der zu überwachenden Reifen ermittelt werden.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, die Drehzahlen der zu überwachenden Räder zu ermitteln und über Vergleiche der Drehzahlen untereinander bei Auftreten bestimmter Drehzahlunterschiede auf einen Reifendruckverlust zu schließen. Diese Verfahren machen sich die Tatsache zunutze, daß ein Reifen mit Druckverlust einen geringeren Abrollradius aufweist und deshalb eine höhere Drehzahl als ein entsprechender Reifen ohne Druckverlust. Neben dem Reifendruck wirken sich auf den Abrollradius aber auch eine Kurvenfahrt, Beschleunigung bzw. Verzögerung, Geschwindigkeit und unterschiedliche Radlasten aus. Die Beschleunigung bzw. Verzögerung und Geschwindigkeit ist bei den Reifen eines Fahrzeugs zu einem bestimmten Zeitpunkt nahezu gleich, so daß sich Veränderungen der Reifengeometrie aufgrund der vorgenannten Einflüsse bei allen zu überwachenden Reifen nahezu gleich auswirken, so daß ihre Veränderung die Genauigkeit der bekannten Verfahren kaum beeinträchtigt.

Bei unsymmetrischer Beladung und bei Kurvenfahrt ändern sich jedoch die Abrollradien unterschiedlich, so daß eine zuverlässige Überwachung nur noch bei geraden Streckenabschnitten möglich ist. Weiterhin muß das Fahrzeug mit den zu überwachenden Reifen mehrere Kilometer gefahren sein, bis eine hinreichend genaue Alarmierung ohne Fehlalarm möglich ist.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, die bekannten Verfahren und Vorrichtungen dahingehend zu verbessern, daß eine Alarmierung genauer erfolgen kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, das aus den Drehzahlen der zu überwachenden Reifen, den Reifenabrollradien und der Spurweite die Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugs um die Hochachse berechnet. Weiterhin wird durch ein raddrehzahlunabhängiges Verfahren die Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugs um seine Hochachse zum Zeitpunkt der Erfassung der Drehzahlen bestimmt und aus den beiden erhaltenen Drehwinkeln die Differenz (Offset) berechnet. Diese Verfahrensschritte werden wiederholt. Bei einer Veränderung des Offset, die einen bestimmten Wert übersteigt wird ein Alarmsignal ausgegeben. Das Verfahren kann z. B. manuell durch den Benutzer eines Kraftfahrzeuges durch das Betätigen einer Auslösevorrichtung gestartet und die wiederholte Berechnung durch das Betätigen der vorgenannten oder einer weiteren Auslösevorrichtung gestartet werden. Das Verfahren kann auch automatisch, z. B. durch ein bestimmtes Ereignis, wie das Starten des Kfz-Motors, gestartet werden und anschließendes ständiges oder in bestimmten zeitlichen Abständen Wiederholen ausgeführt werden. Eine entsprechende erfindungsgemäße Vorrichtung ist in Anspruch 10 angegeben.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung haben den Vorteil, daß durch ihre Verwendung Unsymmetrien infolge unterschiedlicher Reifenabnutzungen keinen Einfluß auf das Meßergebnis haben.

Dadurch, daß die Bestimmung des Offset ständig oder in bestimmten zeitlichen Abständen wiederholt wird, kann die Alarmierung schneller erfolgen.

Durch die in Anspruch 3 angegebene Gleichung kann die Richtungsänderung durch den Vergleich zweier auf einer Achse angeordneter Räder oder zweier diagonal am Fahrzeug angeordneten Räder berechnet werden.

Dadurch, daß der Offset bei Reifen einer Lenkachse eines

Fahrzeugs bei Lenkeinschlag entsprechend der geänderten Achsgeometrie anpaßt wird, ist eine noch genauere Feststellung eines Reifendruckverlusts der Reifen der Lenkachsen möglich.

Durch eine Anpassung des Offsets bzw. der gemessenen Drehzahlen entsprechend einer durch das zweite Verfahren festgestellten Drehgeschwindigkeit um die Hochachse (= Kurvenfahrt) wird die Genauigkeit noch weiter erhöht, da die kurvenäußeren Räder infolge der größeren Belastung auch ohne Druckverlust einen geringeren Abrollradius aufweisen. Je genauer diese Anpassung durchgeführt wird, um so mehr sind die dann noch vorhandenen Änderungen des Offset auf eine Veränderung des Reifenluftdrucks oder auf einen unterschiedlichen Reifenluftdruck der Räder einer Achse zurückzuführen.

Durch Verwendung der ABS-Sensoren zur Drehzahlerfassung werden keine zusätzlichen Sensoren zur Drehzahlerfassung benötigt wenn das Fahrzeug mit einem heute meist serienmäßigen ABS-System ausgestattet ist.

Durch Verwendung eines GPS-Systems zur Ermittlung der Drehgeschwindigkeit um die Hochachse ist kein zusätzliches Sensorsystem zur Erfassung der Richtungsänderungen ohne Radsensoren erforderlich, wenn das Fahrzeug mit einem Navigationssystem mit GPS-Empfänger ausgestattet ist.

Durch Verwendung eines Richtungssensors ist eine Ermittlung der Drehgeschwindigkeit um die Hochachse des Fahrzeugs auch dann möglich, wenn kein guter Empfang von GPS-Satellitensignalen möglich ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die schematische Ansicht eines Reifens,

Fig. 2 die schematische Aufsicht auf zwei Achsen eines Fahrzeugs mit jeweils zwei Reifen,

Fig. 3 ein mögliches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 4 Kurven von gemessenen Drehgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von Luftdruckunterschieden zweier zu überwachender Reifen für verschiedene konstante Geschwindigkeiten,

Fig. 5 eine mögliche erfindungsgemäße Vorrichtung.

In Fig. 1 weist das Rad 1 mit dem Reifen 2 einen Abrollradius  $r$  auf, der sich berechnen läßt durch die Gleichung

$$r = \frac{U}{2\pi}$$

wobei  $U$  der durchschnittliche Reifenumfang ist, d. h. diejenige Strecke darstellt, die der am Fahrzeug montierte Reifen nach einer Umdrehung zurückgelegt hat. Durch die Belastung des Reifens mit dem anteiligen Fahrzeuggewicht ist der Abrollradius  $r$  etwas kleiner als die Hälfte des Reifendurchmessers  $d$ .

Die in Fig. 2 dargestellten Achsen 3, 4 weisen jeweils zwei Räder 1<sub>1</sub> bis 1<sub>4</sub> auf. Zum Berechnen der Drehgeschwindigkeit um die Hochachse  $H$  des Fahrzeuges werden entweder die Drehzahlen der Räder 1<sub>1</sub> und 1<sub>2</sub>, 1<sub>3</sub> und 1<sub>4</sub> jeweils einer Achse 3, 4 und/oder die diagonal gegenüberliegenden Räder 1<sub>1</sub> und 1<sub>4</sub> bzw. 1<sub>2</sub> und 1<sub>3</sub> verwendet.

Beim Ablaufdiagramm in Fig. 3 erfolgt nach dem Start in Block 10 in Block 11 die Initialisierung, die einen Triggerimpuls auslöst, der in Block 12 erkannt wird, und veranlaßt, daß in Block 13 die GPS-Information, in Block 14 der Richtungssensor und in Block 15 die Drehzahlen der zu überwachenden Räder ausgelesen werden. In Block 16 wird aus den in Block 15 gelesenen Informationen eine erste Drehgeschwindigkeit  $\Psi_{\text{Rad}}$  um die Hochachse  $H$  des Fahrzeuges be-

rechnet. In Block 17 wird aus den in Block 13 und 14 gelesenen Informationen eine zweite Drehgeschwindigkeit  $\Psi_{\text{Sensor}}$  berechnet. Diese beide berechneten Richtungsänderungen  $\Psi_{\text{Rad}}$ ,  $\Psi_{\text{Sensor}}$  werden in Block 18 verglichen und die Differenz (Offset) in Block 19 gespeichert. Sofern dieser Offset der erste gespeicherte Wert ist, beginnt die Prozedur wieder mit Block 12. Sofern in Block 19 bereits ein Wert gespeichert ist, weil z. B. nach der Initialisierung in Block 11 die Programmschleife mindestens einmal abgearbeitet wurde, wird in Block 21 der zuletzt berechnete Offset mit dem ersten in Block 19 gespeicherten Wert verglichen. Sofern die Abweichung einen bestimmten Betrag nicht übersteigt wird die Programmschleife beginnend mit Block 12 erneut durchlaufen. Ist die Abweichung des Offset zu groß, wird ein Alarmsignal ausgegeben. Diese Abweichung des Offset kann zwei Ursachen haben: entweder ist beim Betrieb nach der Initialisierung des Überwachungsverfahrens ein Druckverlust eingetreten und so die Abweichung zwischen den nacheinander ermittelten Differenzen größer geworden. Aber auch ein unterschiedlicher Druck in zwei zu überwachenden Reifen führt zu unterschiedlichen Abrollradien, die sich zudem bei Geschwindigkeitsänderungen unterschiedlich stark verändern.

In Fig. 4 sind Kurven zu sehen, die die Änderung der durch die Radsensoren gemessene Drehgeschwindigkeit  $\psi/^\circ/\text{s}$  um die Hochachse H des Fahrzeugs gegenüber der tatsächlichen Änderung in Abhängigkeit des Luftdruckunterschiedes  $\Delta p/\text{bar}$  zwischen zwei zu überwachenden Reifen für mehrere konstante Geschwindigkeiten des Fahrzeuges dargestellt sind. Kurve 30 stellt die Änderungen für eine Geschwindigkeit  $V = 40 \text{ km/h}$  dar, Kurve 31 für  $60 \text{ km/h}$ , Kurve 32 für  $80 \text{ km/h}$  und Kurve 33 für  $100 \text{ km/h}$ . Nachfolgend wird eine Differenz zwischen den zu überwachenden Reifen von  $\Delta p = 0,5 \text{ bar}$  betrachtet. Bei einer Geschwindigkeit von  $V = 40 \text{ km/h}$  beträgt die Differenz zwischen der durch das erste Verfahren ermittelten Drehgeschwindigkeit um die Hochachse H und der tatsächlichen Drehgeschwindigkeit um die Hochachse H  $0,65^\circ/\text{s}$ , bei  $80 \text{ km/h}$  bereits  $1,3^\circ/\text{s}$  und bei  $100 \text{ km/h}$   $1,65^\circ/\text{s}$ , so daß bei einer Veränderung der Fahrzeuggeschwindigkeit von  $40 \text{ km/h}$  auf  $100 \text{ km/h}$  eine Abweichung des Offset von  $1^\circ/\text{s}$  auftritt. Die sonstigen den Reifenabrollradius beeinflussenden Größen, wie z. B. der Verschleiß, ändert sich während der Fahrt (nach der Initialisierung) kaum. Da nur die Veränderungen bei dem vorliegenden Verfahren relevant werden, die zu einer Abweichung des Offsets zwischen den beiden Meßverfahren führen, beeinflussen die im vorstehenden Satz genannten Größen einen wirksamen Alarm nicht. Größen, die sich während der Fahrt ändern, wie z. B. unterschiedliche Belastungen der kurveninneren bzw. kurvenäußeren Räder, können durch die Messung des Lenkeinschlags oder Berechnung des Kurvenradius aus dem durch das zweite Verfahren gewonnenen Drehgeschwindigkeit des Fahrzeuges entsprechend angepaßten Offset ausgeglichen werden. So verfeinert können schon Luftdruckdifferenzen zwischen zwei Reifen auf einer Achse oder Reifendruckverluste von etwa  $0,3 \text{ bar}$  sicher ohne Gefahr von Fehlalarmen angezeigt werden.

Das Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Fig. 5 weist Radsensoren  $34_1$  bis  $34_4$  zur Erfassung der Drehgeschwindigkeit der zu überwachenden Räder und eine Vorrichtung 35 zur Berechnung der Drehgeschwindigkeit der von den Radsensoren  $34_1$  bis  $34_4$  gelieferten Signale auf. Weiterhin ist eine GPS-Antenne 36 und ein GPS-Empfänger 37 zur Berechnung der Drehgeschwindigkeit um die Fahrzeughochachse H und eine Einrichtung 38 zum Vergleichen der ermittelten Drehgeschwindigkeiten und Ermittlung des Offset vorhanden. Weiterhin speichert die Einrichtung 38

die erhaltenen Offsets und überprüft (dargestellt durch Pfeil 39), ob die nacheinander ermittelten Offsets untereinander abweichen und ob diese Abweichung einen bestimmten Betrag überschreitet. Wenn dies der Fall ist, löst sie eine Alarmvorrichtung aus.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung des Reifendrucks der Räder einer oder mehrerer Achsen eines Fahrzeugs, bei dem jede Achse mindestens zwei Räder aufweist, wobei jeweils die Drehzahlen der zu überwachenden Reifen ermittelt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus den ermittelten Drehzahlen der Räder die Drehgeschwindigkeit ( $\Psi_{\text{Rad}}$ ) um die Hochachse (H) des Fahrzeugs berechnet wird, daß die Drehgeschwindigkeit ( $\Psi_{\text{Sensor}}$ ) um die Hochachse (H) des Fahrzeugs zum Zeitpunkt der Ermittlung der Drehzahlen über ein zweites, nicht von den Drehzahlen der Räder (1) abhängiges Verfahren ermittelt wird, daß die Differenz der beiden Drehgeschwindigkeiten ( $\Psi_{\text{Rad}}$ ,  $\Psi_{\text{Sensor}}$ ) (Offset) berechnet und abgespeichert wird, daß die vorbeschriebenen Verfahrensschritte wiederholt werden, daß die ermittelten Offsets verglichen werden, daß bei einer Abweichung der Offsets über einen bestimmten Betrag eine Information bzw. ein Warnsignal erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung des Offsets ständig oder in bestimmten zeitlichen Abständen wiederholt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Berechnung der Drehgeschwindigkeit um die Hochachse (H) des Fahrzeugs aus den ermittelten Drehzahlen der Räder (1) nach folgender Gleichung berechnet wird:

$$\Psi_{\text{Rad}} = \frac{\omega_1 \cdot r_1 - \omega_2 \cdot r_2}{a}$$

wobei a die Spurweite des Fahrzeuges,  $r_i$  der angenommene Reifenabrollradius und  $\omega_i$  die gemessene Raddrehzahl des jeweiligen Rades darstellt und die Räder auf einer Achse des Fahrzeugs oder/und diagonal an dem Fahrzeug angeordnet sind.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Offset bei Reifen einer Lenkachse eines Fahrzeugs bei Lenkeinschlag entsprechend der geänderten Achsgeometrie angepaßt wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Offset bzw. die Reifenabrollradien entsprechend einer durch das zweite Verfahren ermittelten Drehgeschwindigkeit um die Hochachse (H) des Fahrzeugs angepaßt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren eines ABS-Systems zur Drehzahlmessung verwendet werden.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Verfahren zur Feststellung der Drehgeschwindigkeit um die Hochachse (H) des Fahrzeugs nach dem GPS-System arbeitet.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Verfahren zur Feststellung der Drehgeschwindigkeit einen Drehratensensor (Gyroskop) verwendet.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Verfahren zur

Feststellung der Drehgeschwindigkeit einen Magnetkompaß verwendet.

10. Vorrichtung zur Überwachung des Reifendrucks der Räder einer oder mehrerer Achsen eines Fahrzeugs, bei dem jede Achse mindestens zwei Räder aufweist und die Drehzahlen der Räder mittels Drehzahlüberwachungsvorrichtungen überwachbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Vorrichtung (35) vorhanden ist, mit der aus den Drehzahlen der Räder ( $1, 1_1$  bis  $1_4$ ) die Drehgeschwindigkeit ( $\dot{\Psi}_{Rad}$ ) des Fahrzeugs um die Hochachse (H) ermittelbar ist, daß eine zweite Vorrichtung (36, 37) vorhanden ist, mit der gleichzeitig die Drehgeschwindigkeit ( $\dot{\Psi}_{Sensor}$ ) des Fahrzeugs um die Hochachse (H) unabhängig von der Drehzahl der Räder ( $1, 1_1$  bis  $1_4$ ) ermittelbar ist, daß eine Vergleichsvorrichtung (38) vorhanden ist, mit der die zur gleichen Zeit ermittelten Richtungsänderungen vergleichbar und die Differenzen (Offset) ermittelbar sind, daß eine Vergleichseinrichtung (38) vorhanden ist, mit der Abweichungen der Offsets ermittelt werden, daß eine Warneinrichtung (39) vorhanden ist, die dann, wenn die Abweichungen der Offsets einen bestimmten Betrag überschreiten, ein Warnsignal abgibt.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

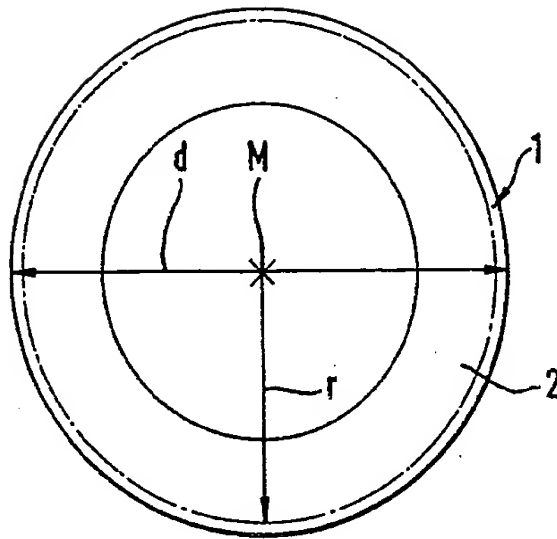


Fig. 1

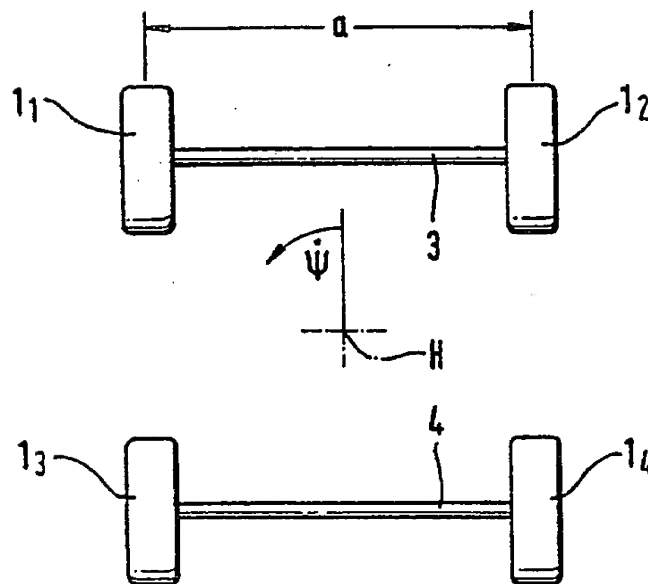


Fig. 2



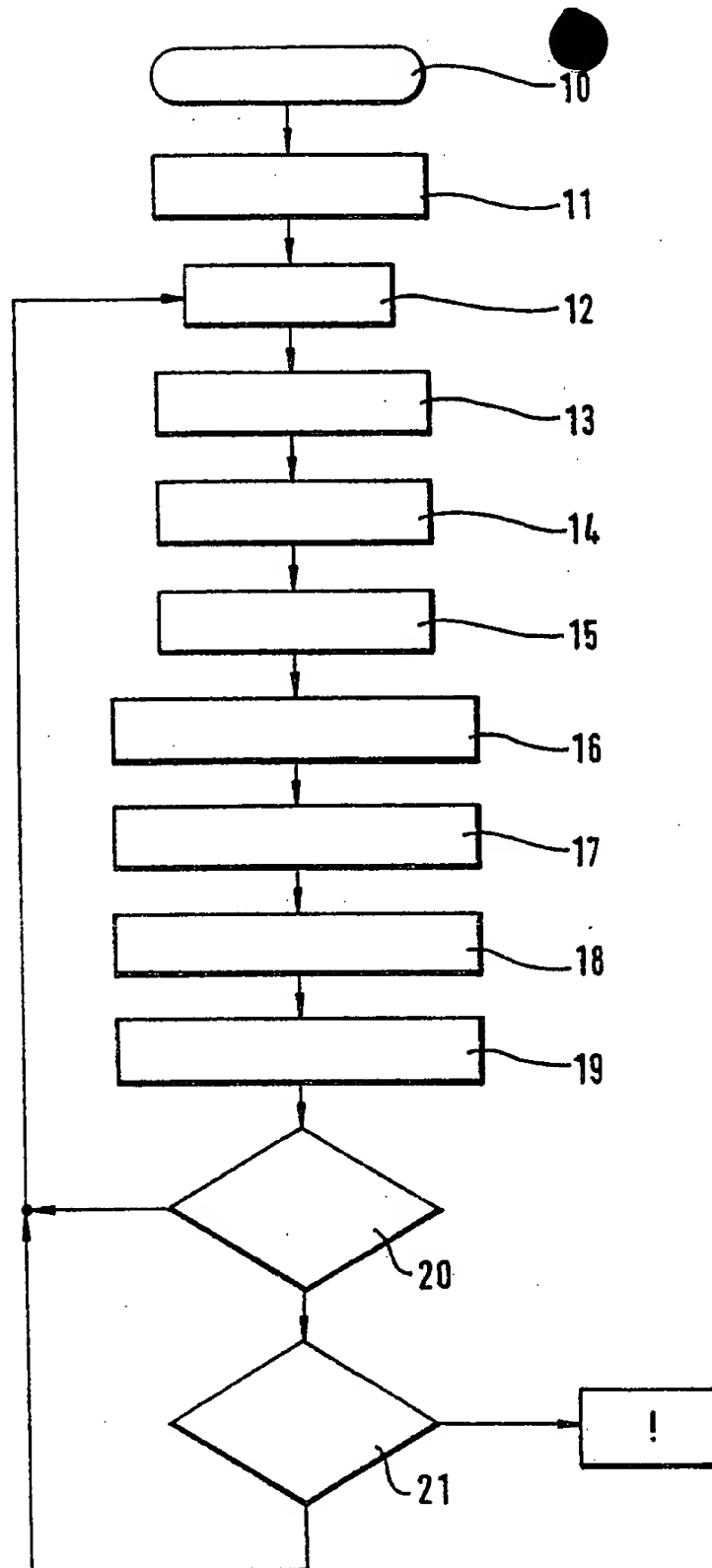


Fig. 3

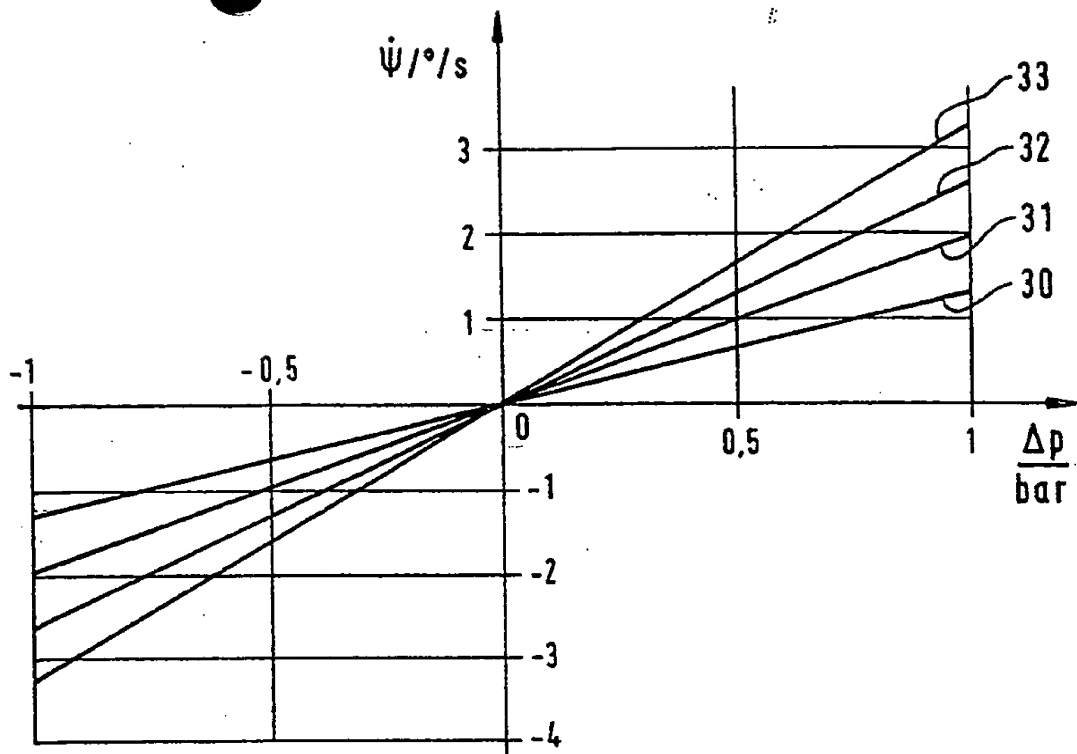


Fig. 4

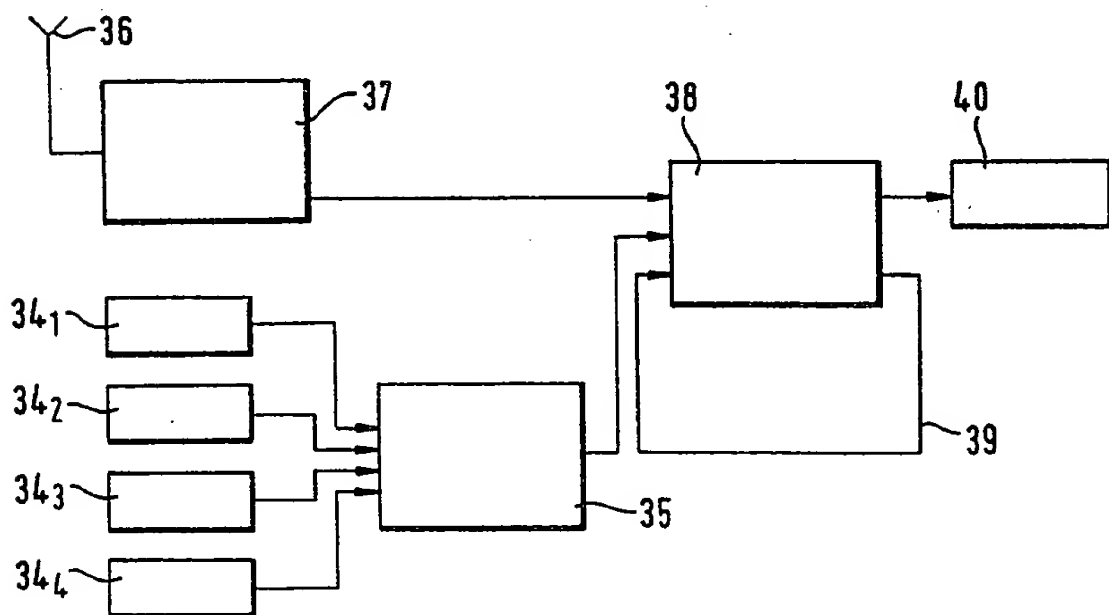


Fig. 5